

1	Unfall- und Arbeitssicherheit	11	4	Verbindungstechnik.	48
1.1	Elektrische Energie und ihre Gefahren	11	4.1	Zurichten isolierter Leitungen	48
1.1.1	Energiewirtschaftsgesetz.	11	4.2	Schraubverbindungen	49
1.1.2	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG)	11	4.2.1	Arten von Schraubverbindungen.	49
1.1.3	Unfallverhütung	12	4.2.2	Schrauben, Muttern, Schraubenprofile und Schraubensicherungen	49
1.1.4	VDE-Vorschriftenwerk	12	4.2.3	Lösen festsitzender Schraubverbindungen	50
1.2	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz.	13	4.2.4	Biegen von Ösen	51
1.2.1	Gefahrstoffkennzeichnung	13	4.3	Lötfreie Verbindungstechniken	52
1.2.2	Sicherheitszeichen	13	4.3.1	Crimpen.	52
1.3	Die fünf Sicherheitsregeln.	15	4.3.2	Wire-Wrap-Verbindung	53
1.4	Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	17	4.3.3	Termi-Point-Verbindung	53
1.4.1	Sicherheit beim Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17	4.3.4	Isolations-Durchdringungsverfahren.	53
1.4.2	Sicherheit beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagenteilen	17	4.3.5	Klemmenverbindungen.	54
1.4.3	Sicherer Umgang mit Werkzeug und Gerät	18	4.4	Weichlöten	56
1.4.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung	19			
	Praxistipp: Schutzabstände zu spannungsführenden Teilen	20	5	Überlastschutz und Kurzschlusschutz	60
2	Isolierte Leitungen und Kabel.	21	5.1	Schmelzsicherungen	60
2.1	Aufbau und Anforderungen an isolierte Leitungen und Kabel	21	5.1.1	Schraubsicherungssysteme	60
2.2	Leitungen	23	5.1.2	NH-Sicherungssystem.	62
2.3	Kabel	27	5.1.3	Betriebsklassen von Niederspannungssicherungen	63
3	Verlegen von Leitungen und Kabeln	30	5.1.4	Geräteschutzsicherungen	63
3.1	Grundsätze der Leitungsverlegung	30	5.2	Leitungsschutzschalter	64
3.2	Die klassischen Verlegearten	30	5.3	Überlastschutz von Asynchronmotoren.	65
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz.	30	5.3.1	Motorschutzschalter.	65
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz	34	5.3.2	Thermisches Überlastrelais.	66
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz.	35	5.3.3	Motorschutz durch Thermistoren.	67
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren	36	5.4	Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen	68
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau.	38	5.4.1	Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen	68
3.3.1	Leitungsverlegung im Beton.	38	5.4.2	Zuordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen	70
3.3.2	Leitungsverlegung in Hohlwänden	39		Praxistipp: Leitungsdimensionierung	71
3.4	Leitungsverlegung in Installationskanälen	40	5.4.3	Überlastschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	73
3.4.1	Verlegung in Leitungskanälen	40	5.4.4	Kurzschlusschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	73
3.4.2	Verlegung in Geräteeinbaukanälen	41			
3.4.3	Verlegung in Sockelleistenkanälen	42	6	Bauteile und Schaltungen der Energietechnik	75
3.4.4	Verlegung in Aufbodenkanälen	42	6.1	Technische Unterlagen	75
3.5	Unterflur-Installationssysteme.	42	6.1.1	Betriebsmittelkennzeichnung	75
3.5.1	Estrichüberdecktes Kanalsystem	43	6.1.2	Schaltungsunterlagen	75
3.5.2	Estrichbündiges Kanalsystem.	43	6.2	Stecksysteme	77
3.5.3	Imbeton-Kanalsystem	43	6.2.1	Zweipolige Steckvorrichtungen mit und ohne Schutzkontakt	77
3.5.4	Doppelboden-System	43	6.2.2	Herstellen einer Schutzkontakt-Verlängerungsleitung	79
3.6	Brandschottung in elektrischen Anlagen	44	6.2.3	Perilex-Steckvorrichtungen.	79
3.7	Verlegung auf Kabeltragegestellen	44	6.2.4	Kragensteckvorrichtungen	80
	Praxistipp: Trennabstände zwischen Stromversorgungs- und Kommunikationsleitungen	45	6.3	Befehls- und Meldegeräte.	82
3.8	Verlegung im Erreich.	46	6.3.1	Schalter und Taster	82
3.9	Verlegen von Freileitungen.	47	6.3.2	Installationsschalter	83
			6.3.3	Drucktaster und Leuchtmelder	84
			6.3.4	Positionsschalter	84

6.3.5	Näherungsschalter	85	7.3.3	Steuerleitungen	116
6.3.6	Schalter für Maschinen und Anlagen	86	7.3.4	Stromkreisverteiler.....	116
6.4	Elektromagnetische Schalter	87		Praxistipp: Planen eines Zählerschranks	117
6.4.1	Relais	87	7.4	Wohnungsinstallation	119
6.4.2	Schütze	89	7.4.1	Elektroinstallation im Wohnbereich.....	119
6.4.3	Zeitabhängige elektromagnetische Schalter	90	7.4.2	Elektroinstallation in der Küche	120
6.4.4	Kontakt- und Anschlussbezeichnungen elektromagnetischer Schalter	91	7.4.3	Installationsformen	121
6.5	Installationsschaltungen	92	7.4.4	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	122
6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern ...	92		Praxistipp: Ausstattungsumfang der Elektroinstallation in Wohngebäuden ...	124
6.5.2	Beleuchtung und Betriebszustands- anzeige bei Installationsschaltern	93	7.5	Telekommunikationsanlagen	126
6.5.3	Installationsschaltungen mit elektro- magnetischen Schaltern	94	7.5.1	Hausrufanlagen	126
6.5.4	Bewegungsmelder	95	7.5.2	Haussprechanlagen	126
6.5.5	Netzfreischalter	95	7.5.3	Errichten von Telekommunikationsanlagen	129
6.6	Steuer- und Meldestromkreise mit elektromagnetischen Schaltern	96	7.5.4	Analoge Telekommunikationsanlagen ...	130
6.6.1	Betriebsbedingungen und Ausführung von Steuer- und Meldestromkreisen	96	7.5.5	Digitale Telekommunikationsanlagen (ISDN-Anlagen).....	131
6.6.2	Grundsaltungen mit Schützen	98	7.5.6	DSL-Technologie	133
6.6.3	Folge- und Verriegelungsschaltung.....	98	7.6	Antennen und Empfangsanlagen	134
6.6.4	Stern-Dreieck-Schaltung	99	7.6.1	Antennenanlagen für terrestrischen Empfang	134
	Praxistipp: Stromlaufpläne lesen	100	7.6.2	Satelliten-Empfangsanlagen.....	137
6.6.5	Dahlanderschaltung.....	101	7.6.3	Digitale terrestrische Empfangsanlagen ..	139
6.6.6	Klemmenplan	102	7.6.4	Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen).....	140
6.7	Kleinsteuerungen	103		Praxistipp: Umstellung vom analogen zum digitalen Sat-Empfang.....	141
6.7.1	Aufbau, Einbau und Anschluss.....	103	7.7	Gefahrenmeldeanlagen	142
6.7.2	Programmierung	104	7.7.1	Einbruchmeldeanlagen	142
6.8	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	105	7.7.2	Brandmeldeanlagen.....	145
6.8.1	Aufbau einer SPS	105	7.8	Gebäudesystemtechnik	146
6.8.2	Anschluss einer SPS	105	7.8.1	KNX-System	146
6.8.3	Arbeitsweise einer speicher- programmierbaren Steuerung	106	7.8.2	KNX-Powernet	149
6.8.4	Programmierung einer speicher- programmierbaren Steuerung	106	8	Blitzschutz	151
6.8.5	Sicherheitstechnische Anforderungen an speicherprogrammierbare Steuerungen..	107	8.1	Äußerer Blitzschutz	151
6.8.6	Strukturierte Programmierung	108	8.2	Innerer Blitzschutz	153
6.8.7	Anwendungsbeispiel	109	8.3	Trennungsabstand	155
			8.4	Prüfen der Blitzschutzsysteme	155
7	Elektrische Anlagen in Wohn- gebäuden	111	9	Sonderinstallationen	156
7.1	Hausanschluss	111	9.1	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten	156
7.1.1	Kabelanschluss	111	9.2	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	158
7.1.2	Hausanschlussraum.....	111	9.3	Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	159
7.1.3	Hausanschlusswand	112	9.4	Elektroinstallation in explosions- gefährdeten Bereichen	162
7.1.4	Hausanschlussnische.....	112	9.5	Elektrische Anlagen auf Baustellen	165
7.2	Schutzpotenzialausgleich in Wohngebäuden	112	9.6	Beleuchtungsanlagen für Innenräume ...	166
7.2.1	Fundamenterder.....	113	9.6.1	Schaltungen von Leuchtstofflampen.....	166
7.2.2	Ausführung des Schutzpotenzial- ausgleichs	113	9.6.2	Niedervolt-Halogentechnik	168
7.3	Hauptstromversorgungssysteme	114	9.7	Leuchtröhrenanlagen	170
7.3.1	Hauptleitungen	114	9.8	Fotovoltaikanlagen	171
7.3.2	Zählerplätze.....	115		Praxistipp: Komponenten einer Foto- voltaikanlage auswählen.....	173

10	Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln	175
10.1	Messen und Prüfen	175
10.2	Begriffe der Messtechnik	176
10.3	Analoge und digitale Anzeige	176
10.4	Messwerke	177
10.5	Messfehler	177
10.6	Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand	179
10.7	Messen mit Vielfach-Messinstrumenten	184
10.8	Messkategorien, Messen nicht-sinusförmiger Wechselgrößen	185
10.9	Messen der elektrischen Leistung	186
10.10	Messen der elektrischen Arbeit	187
	Praxistipp: Messen von Strom und Spannung	189
10.11	Messen mit dem Elektronenstrahl-Oszilloskop	190
10.11.1	Inbetriebnahme des Oszilloskops	190
10.11.2	Spannungsmessungen	191
10.11.3	Messen der Frequenz und der Zeit	192
10.11.4	Messen von Strömen	192
10.11.5	Messen der Phasenverschiebung	192
10.11.6	Kennlinienaufnahme	193
11	Schutzmaßnahmen	194
11.1	Auswahl der Betriebsmittel	194
11.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	195
11.3	Drehstromsysteme	196
11.4	Anforderungen an den Basisschutz	197
11.4.1	Basisschutz unter normalen Bedingungen	197
11.4.2	Basisschutz unter besonderen Bedingungen	197
11.5	Anforderungen an den Fehlerschutz	198
11.6	Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System	199
11.6.1	TN-System	199
11.6.2	TT-System	200
11.6.3	IT-System	200
11.7	Doppelte oder verstärkte Isolierung	202
11.8	Schutztrennung	202
11.9	Schutz durch Kleinspannung	203
11.10	Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)	203
11.10.1	Funktion von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)	204
11.10.2	Differenzstrom-Schutzeinrichtungen	205
11.11	Besondere Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden	206
11.12	Prüfen der Schutzmaßnahmen	207
11.12.1	Prüfen durch Besichtigen	207
11.12.2	Prüfen durch Erproben und Messen	207
11.12.3	Prüfen durch Messen an Drehstromsystemen	208
11.12.4	Prüfen von RCDs	210
11.12.5	Prüfen bei Kleinspannung und Schutztrennung	210

11.12.6	Isolationswiderstand in nicht leitender Umgebung	211
11.12.7	Wiederkehrende Prüfungen	212
	Praxistipp: Wiederkehrende Prüfung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden	213
12	Schaltungen und Bauteile der Elektronik	215
12.1	Gedruckte Schaltungen	215
12.1.1	Aufbau der Leiterplatte	215
12.1.2	Herstellen gedruckter Schaltungen	215
12.1.3	Erstellen einer Leiterplatte am Beispiel eines Durchgangsprüfers	216
12.1.4	Zurichten elektronischer Bauelemente	217
12.1.5	SMD-Technik	218
12.2	Widerstände	220
12.2.1	Festwiderstände	220
12.2.2	Einstellbare Widerstände	221
12.2.3	Nichtlineare Widerstände	221
12.2.4	Prüfen von Widerständen	222
12.3	Kondensatoren	222
12.3.1	Kennzeichnung und Abmessungen von Kondensatoren	223
12.3.2	Prüfen von Kondensatoren	223
12.4	Halbleiterbauelemente	224
12.4.1	Dioden	224
12.4.2	Gleichrichterschaltungen	225
12.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdioden)	227
12.4.4	Transistoren	228
12.4.5	Spannungsstabilisierungen	232
12.4.6	Thyristoren	233
12.4.7	Triacs	234
12.4.8	Diac	235
12.4.9	Kühlung von Halbleiterbauelementen	236
12.4.10	Optoelektronische Bauelemente	237
12.4.11	Integrierte Schaltungen (IC)	238
13	Computertechnik	239
13.1	Bestandteile und Funktionsweise eines Computers	239
13.2	Hardware für Personal-Computer (PC)	240
13.2.1	Chipsatz eines PC	240
13.2.2	Mainboard	241
13.2.3	Mikroprozessor und Arbeitsspeicher	241
13.2.4	Schnittstellen und Anschlüsse	242
13.2.5	Peripherie	243
13.3	Software für Personal-Computer	245
13.4	Computer-Netzwerke	246
13.4.1	Netzwerkverbindung	246
13.4.2	Netzwerkeinstellungen	247
13.4.3	Netzwerkdrucker einrichten	248
13.4.4	Internetzugang einrichten	248
13.4.5	WLAN	249
	Praxistipp: Lokales Netzwerk (LAN) installieren	250

14	Elektrogeräte	251			
14.1	Kleingeräte	251			
14.1.1	Elektrowärmegeräte	251			
14.1.2	Geräte mit elektromotorischem Antrieb ..	253			
14.1.3	Funkentstörung bei Kleingeräten	254			
14.2	Großgeräte	255			
14.2.1	Elektroherd	255			
14.2.2	Mikrowellengerät	258			
14.2.3	Waschmaschinen	259			
14.2.4	Wäschetrockner	260			
14.2.5	Geräte zur Warmwasserversorgung	261			
14.3	Elektrische Raumheizung	265			
15	Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten	269			
15.1	Fehlerarten	269			
15.2	Fehlersuche in elektrischen Anlagen	270			
15.2.1	Mechanische Fehler	270			
15.2.2	Leiterunterbrechungen	270			
15.2.3	Auffinden von Kurzschlüssen	271			
15.2.4	Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen	272			
15.3	Fehlersuche in elektrischen Geräten	273			
15.3.1	Systematische Fehlersuche	273			
15.3.2	Fehlerarten und Fehlerursachen in elektrischen Geräten	274			
15.3.3	Fehlersuche am Beispiel einer Kochplatte ..	274			
15.4	Instand setzen von Elektrogeräten	275			
15.5	Prüfen von instand gesetzten Elektrogeräten	279			
15.5.1	Sichtprüfung	279			
15.5.2	Schutzleiterprüfung	279			
15.5.3	Messen des Isolationswiderstandes	280			
15.5.4	Messen des Schutzleiterstromes und des Berührungsstromes	280			
15.5.5	Ersatz-Ableitstrommessung	281			
15.5.6	Funktionsprüfung	281			
	Praxistipp: Prüfen netzbetriebener Elektrogeräte	282			
16	Elektrische Maschinen	283			
16.1	Planung von Antrieben	283			
16.1.1	Eigenschaften von Motoren	283			
16.1.2	Schutzarten von Motoren	284			
16.1.3	Betriebsarten	285			
16.2	Drehstrom-Asynchronmotoren	286			
16.2.1	Kurzschlussläufer-Motoren	286			
16.2.2	Eigenschaften von Asynchronmotoren ..	288			
16.2.3	Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer	290			
16.2.4	Polumschaltbare Asynchronmotoren	290			
16.2.5	Drehstrommotoren an Wechselspannung	292			
	Praxistipp: Anschließen eines Drehstrom-Asynchronmotors	293			
16.2.6	Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren	294			
16.3	Einphasenwechselstrommotoren	296			
16.3.1	Wechselstrommotoren mit Kurzschlussläufer	296			
16.3.2	Spaltpolmotoren	297			
16.3.3	Universalmotoren	297			
16.4	Gleichstrommotoren	298			
16.4.1	Aufbau und Wirkungsweise	298			
16.4.2	Fremderregter Motor	299			
16.4.3	Nebenschlussmotor	299			
16.4.4	Reihenschlussmotor	299			
16.4.5	Doppelschlussmotor	300			
16.4.6	DrehzahlEinstellung und Drehrichtungs-umkehr bei Gleichstrommotoren	300			
16.5	Servomotoren	301			
16.5.1	Gleichstromservomotoren	301			
16.5.2	Drehstromservomotoren	302			
16.6	Wartung und Pflege von Elektromotoren	303			
16.7	Betriebsstörungen bei Gleichstrommotoren	305			
16.8	Transformatoren	306			
16.8.1	Aufbau und Wirkungsweise	306			
16.8.2	Bauarten von Transformatoren	306			
16.8.3	Betriebsbedingungen von Transformatoren	307			
16.8.4	Dimensionierung von Transformatoren ..	310			
16.8.5	Drehstromtransformatoren	312			
16.9	Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren	313			
16.9.1	Wickeln, isolieren und prüfen von Kleintransformatoren	313			
16.9.2	Wicklungen von Gleichstrommaschinen ..	314			
16.9.3	Wicklungen von Drehstrommaschinen ..	315			
16.9.4	Herstellen von Wicklungen	315			
16.9.5	Isolieren von Wicklungen	315			
16.9.6	Prüfen von Wicklungen	316			
17	Primärelemente und Sekundärelemente	318			
17.1	Primärelemente (Trockenelemente)	318			
17.2	Sekundärelemente	319			
18	Projektbearbeitung	320			
	Lernsituation 1: Drehfeldrichtungsanzeiger	321			
	Lernsituation 2: Elektroinstallation eines Hausanschlussraumes	323			
	Firmenverzeichnis	326			
	Sachwortverzeichnis Deutsch – Englisch	327			